

## **Vyjádření školitele k disertační práci RNDr. Jiřího Franty**

### ***„Optical excitations of metallic surfaces“***

RNDr. Jiří Franta zahájil prezenční postgraduální studium v oboru F-6, Kvantová optika a optoelektronika dne 1.10. 2001 ve Fyzikálním ústavu UK na Univerzitě Karlově v Praze, Matematicko-fyzikální fakultě. Od 3. 2. 2003 do 31. 8. 2003 studium přerušil z důvodu dlouhodobého zahraničního pobytu a 1. 4. 2005 přešel do studia kombinovaného.

Disertační práce je zaměřena na studium kovových povrchů pomocí nelineárních optických excitací. Jedná se především o dvoufotonové excitační procesy. U centrosymetrických krystalů se tyto procesy využívají při generaci druhé harmonické z povrchů a rozhraní (detekovaný signál vzniká v oblasti o tloušťce jednotek atomových rovin). U magneticky uspořádaných povrchů tento signál závisí také na orientaci a velikosti vektoru magnetizace a lze ho použít ke studiu povrchového magnetismu. Dalším zajímavým jevem je dvoufotonová (či vícefotonová) fotoemise, již lze jednak použít ke studiu neobsazených stavů nad Fermiho mezí (např. povrchových stavů či stavů adsorbovaných molekul), jednak též ke studiu ultrarychlé dynamiky elektronových excitací do neobsazených stavů. Vzhledem k tomu, že interakční tloušťka materiálu je v obou případech velmi malá (řádu několika atomových poloměrů), je třeba k získání měřitelného signálu zajistit vysokou plošnou hustotu fotonů. Toho lze dosáhnout použitím ultrakrátkých laserových pulsů, což je též nezbytné pro dosažení časového rozlišení v oblasti jednotek femtosekund, a vysoké fokusace svazku. Fyzikálně dobře definované povrchy kovových krystalů musí být připraveny, strukturně a chemicky diagnostikovány, modifikovány a studovány v ultravysokém vakuu. To vše klade vysoké nároky na experimentální zařízení i na lidský faktor. Podobné experimenty lze úspěšně provádět pouze v několika světových laboratořích. Pro jejich realizaci je nutná týmová práce. Experimentální výsledky uvedené v předložené disertační práci byly získány v německém Halle (Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik) během zahraniční stáže disertanta v období od února 2002 do června 2004.

Postgraduální studium RNDr. Jiřího Franty bylo koncipováno do značné šířky a hloubky. Zahrnovalo teoretické přístupy v oblasti charakterizace ultrakrátkých laserových pulsů, kde se zaměřil na použití interferometrické autokorelace s využitím generace povrchové druhé harmonické, kterou lze poměrně jednoduše aplikovat v ultravysokém vakuu a charakterizovat tak puls v místě jeho použití k časově rozlišeným fotoemisním experimentům. V experimentální oblasti zahrnovalo laserovou fyziku, problematiku generace ultrakrátkých optických pulsů, metody přípravy ultratenkých epitaxních vrstev a jejich charakterizace.

Disertace je rozčleněna do 6 kapitol. První a třetí kapitola shrnují teoretické a experimentální základy dvoufotonové fotoemise a generace druhé harmonické na magnetických i nemagnetických površích. Dále popisují optickou a vakuovou část experimentální aparatury, jejíž stavby se disertant aktivně účastnil. Jeho hlavním přínosem byl však vývoj univerzálního řídicího programu, který je konfigurován pomocí textových souborů a umožňuje provádět i velmi složité mnohahodinové experimenty v různých

optických konfiguracích, optimalizovat a definovaně měnit nastavení interferometru, řídit napávací zdroje, charakterizovat polarizaci laserového svazku uvnitř vakuové komory a podobně. Bez tohoto unikátního programu by výsledky uvedené v dizertaci zřejmě nebyly získány v takové kvalitě, která by umožnila jejich úspěšnou publikaci.

Druhá kapitola shrnuje výsledky studia vícefotonové fotoemise z povrchů Cu(001). Zajímavými výsledky jsou zde pozorování výrazného rezonančního zesílení třífotonové excitace přes povrchový Shockleyho stav a fotoemise nad rezonančním prahem. Disertant zde měl velký podíl na experimentu a na zpracování experimentálních dat (je třeba uvést, že pozorování čtyřfotonových procesů bylo značně náročné). Podílel se též na interpretaci výsledků. Čtvrtá kapitola pojednává o magneticky indukované generaci druhé harmonické na površích Fe(001) pokrytých monovrstvou atomů kyslíku a jejích oscilacích během depozice Fe s periodou jedné monoatomární vrstvy. Výsledky získané v různých optických geometriích ukazují na pokles povrchové magnetizace pro částečně zaplněné monoatomární vrstvy Fe. Disertant se zde z velké části podílel na experimentu, na analýze dat a též na interpretaci.

Pátá a šestá kapitola jsou věnovány problému studia ultrarychlé dynamiky elektronových excitací. Pátá kapitola vysvětluje experimentální metodu studia elektronové dynamiky pomocí časově rozlišené dvoufotonové fotoemise a analýzu dat pomocí formalismu Blochových rovnic. Šestá kapitola se zabývá velmi důležitou částí časově rozlišených experimentů, kterou je charakterizace ultrakrátkých laserových pulsů pomocí analýzy interferometrické autokorelace. Výsledky v ní uvedené vytvořil disertant zcela samostatně. Hlavním přínosem je analýza vlivu počátečního tvaru pulsu a počáteční fáze, které vstupují do optimalizační procedury, dále pak analýza vlivu experimentálních odchylek. Je třeba poznamenat, že v této kapitole mohly být uvedeny pouze ukázkové příklady výpočtů.

Závěrem konstatuji, že RNDr. Jiří Franta pracoval se značným pracovním nasazením. Prokázal též vynikající schopnost práce ve vědeckém kolektivu. Téměř dva a půl roku pracoval v zahraniční laboratoři. Podílel se významně na vzniku dvou publikací (Surf. Sci. a Phys. Rev. Lett.) a jednoho rukopisu (v recenzním řízení ve Phys. Rev. Lett.). Vystoupil na konferencích v zahraničí. Během své práce dokázal, že je samostatně schopen formulovat a řešit fyzikální problémy. Během postgraduálního studia získal dostatečné zkušenosti k tomu, aby se mohl úspěšně věnovat tvůrčí vědecké práci.

Doporučuji proto jednoznačně disertační práci RNDr. Jiřího Franty k obhajobě.

V Praze dne 3. ledna 2006

